

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Kunz, Claus

Neue Normen für alte Bauwerke ?

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102104>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Kunz, Claus (2010): Neue Normen für alte Bauwerke ?. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Erhaltung von Wasserbauwerken und Brücken. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 1-10.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Dipl.-Ing. C. Kunz, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

Begrüßung und Einführung

Neue Normen für alte Bauwerke ?

Inhalt

1. Einführung und Problemstellung
2. Baurechtliche Aspekte und Normen
3. Technische Vorgehensweise
 - 3.1 Überprüfungen am Bauwerk
 - 3.2 Statische Nachweisführung
 - 3.3 Beurteilung der Sicherheit
4. Zusammenfassung und Ausblick
5. Literatur

1 Einführung und Problemstellung

Bestehende Bauwerke genügen häufig nicht (mehr) den aktuellen gültigen technischen Normen, die mehr oder weniger stimmig mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik, a.a.R.d.T., gleichgesetzt werden. Aber müssen sie das auch ? Inwiefern sind die derzeitigen anerkannten Regeln der Technik den seinerzeitigen anerkannten Regeln der Technik überlegen, wenn sich nachfolgend und plausibel durch Beobachtungen belegbar keine Schäden oder gar andere gravierende Defizite eingestellt haben ? „Neue Normen braucht das Land“, hier nun nicht neue Normen für neue Bauwerke, sondern neue Normen für bestehende Bauwerke. Ziel ist dabei eine bauaufsichtlich einwandfreie Vorgehensweise für bestehende Bauwerke, Verkehrswasserbauwerke, Brücken und andere Bauwerke, bei der sowohl eine ausreichende Zuverlässigkeit und damit der Schutz menschlichen Lebens als auch ein wirtschaftlicher Erhalt von bestehenden Bauwerken gewährleistet wird.

Derzeit finden auf verschiedenen Gebieten Überlegungen zur Bewertung von bestehenden Bauwerken statt, vgl. [Naumann, J., 2010], [FINGERLOOS, F.; SCHNELL, J.; 2008], [BK, 2009] und andere.

Bei der Nachrechnung von alten bzw. bestehenden Bauwerken stellt sich die Frage nach Anwendung von Berechnungs-, Stoff- und Nachweisnormen. Es fällt auf, dass nur wenige aktuelle Normen und Regelwerke explizit auf bestehende Bauwerke eingehen (z.B. DIN 19700, DIN 19702, DIN 1055-9) und wenn, dann sind die Regelungen häufig nur sehr allgemein gehalten. Lediglich [DS 805, 1997] im Regelungsbereich der Bahn enthält derzeit genauere Vorgaben und Vorgehensweisen. Für die überwiegende Zahl von Bauwerken stellt sich die Problematik der baurechtlichen Anforderungen, die auch eine Erhaltung von Bauwerken nach den allgemeinen Regeln der Technik, die gewöhnlich in regelmäßigen Zeitabständen aktualisiert werden, fordern. Die Anwendung von „neuen“ Normen bei „alten“ Bauwerken führt häufig zu Problemen wegen geänderter Rechenmodellen und geänderter Anforderungen (Sicherheiten bzw. Zuverlässigkeiten).

Wasserbauwerke, wie am Beispiel von Schleusen und Wehren der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung aufgezeigt, vgl. Bild 1, sind Bauwerke mit langer Nutzungsdauer, so dass eine Lösung des Problems auch hier notwendig erscheint.

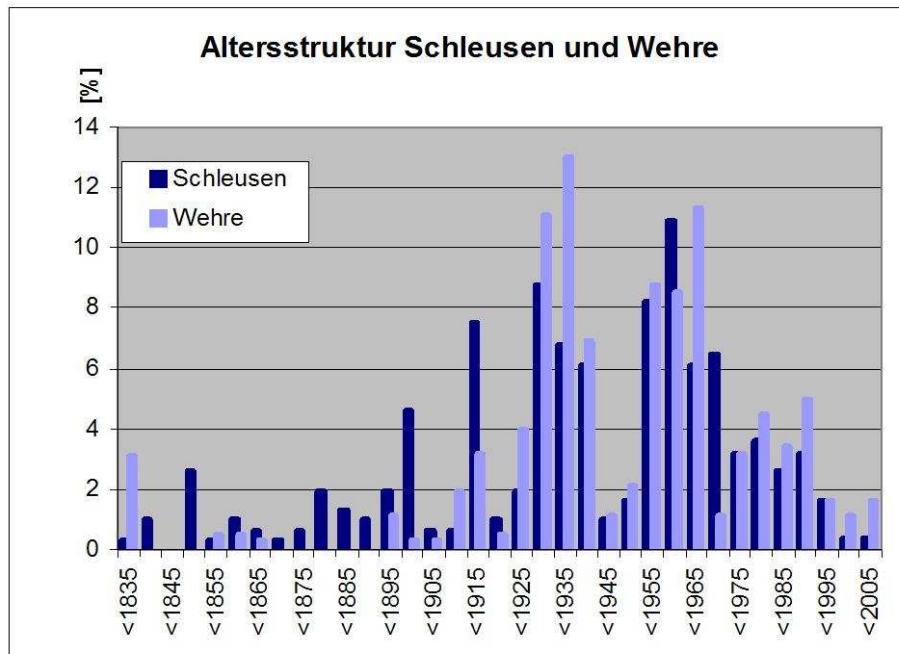


Bild 1: Altersstruktur von Schleusen und Wehren der WSV

2 Baurechtliche Aspekte und Normen

Bestehende Wasserbauwerke sind hinsichtlich ihrer Standsicherheit und Tragfähigkeit zu überprüfen, wenn sich Einwirkungen wesentlich ungünstig ändern oder wenn Auffälligkeiten am Bauwerk festgestellt werden. Eine Überprüfung kann bei Änderungen in den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlich werden [DIN 19702, 2010]. Eine Überprüfung wird häufig und zu Recht vor aufwändigen und die Baustoffeigenschaften verbessernden Grundinstandsetzungen vorgenommen. Eine Überprüfung wird ebenfalls im Rahmen der auch nachträglichen Erstellung von Bestandsunterlagen, z.B. auch zur Vorbereitung einer Bauwerksinspektion nach [BMVBS, 2009], erforderlich.

Für die Nachrechnung von bestehenden Bauwerken stellt sich die Frage nach den anzuwendenden Vorschriften bzw. Vorgehensweisen.

Für die Anlagen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung ist § 48 WaStrG einschlägig, wonach bundeseigene Schifffahrtsanlagen allen Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen müssen und es anderweitiger behördlicher Genehmigungen nicht bedarf. Diese Anforderungen werden ferner präzisiert durch die Einhaltung von Rechtsvorschriften für die Konstruktion von Bauwerken (z.B. Landesbauordnungen), privat- und öffentlich rechtlichen Vorschriften mit Inhalten zur Sicherstellung von Sicherheit und Ordnung, anerkannten Regeln der Technik sowie be-

hördlichen Erlassen. Die diesbezügliche Verantwortung für Schifffahrtsanlagen bezieht sich nicht nur auf die Erstellung, sondern auch auf die Erhaltung (Unterhaltung) von Anlagen, vgl. [BMV,1993].

Auch die Musterbauordnung fordert in § 3 (1), dass Anlagen so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten sind, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden, [MBO, 2002]. Die von den obersten Bauaufsichtsbehörden durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmung eingeführten technischen Regeln sind zu beachten. Von den technischen Baubestimmungen kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die allgemeinen Anforderungen von § 3 (1) erfüllt werden. Interessanterweise beziehen sich Bauordnungen der Länder nicht unbedingt auf „ändern“ und „instand halten“, vgl. z.B. [LBO-Ba-Wü, 2004].

Durch die Aufstellung von Normen nach einem Verfahren gemäß [DIN 820-1, 2009] wird den Normen die Funktion einer „allgemeinen Regel der Technik“ zugewiesen. Sie ergibt sich aus der Summe der Erfahrungen der Bautechnik, deren Bewährung in der Praxis feststeht und von deren Richtigkeit die Fachleute überzeugt sind. Die Normeninhalte müssen zudem von den Bauschaffenden in der Praxis angewendet werden. Alleinige Erkenntnisse der Wissenschaft stellen noch keine allgemeine Regel der Technik dar. Für den Bereich des Bauwesens erlangen die Normen besondere öffentlich-rechtliche Bedeutung durch eine „Einführung“ der Normen durch die obersten Bauaufsichtsbehörden.

Diskrepanzen bei Nachweisen bestehender Bauwerke mit den derzeit an den Eurocode-Vornormen angelehnten neuen nationalen Normen, künftig aber mit den Eurocodes als DIN EN, lassen unter Bezug auf die Funktionsbeschreibung nach DIN 820 deren derzeitige Funktion als a.R.d.T. hinterfragen. Darüber hinaus stellt auch das den Eurocodes unterlegte neue Zuverlässigkeitskonzept eine direkte Anwendung dieser Regelwerke auf bestehende Bauwerke in Frage. Schließlich vergessen - oder nicht nachvollziehbar gestrichen - wurde in den aktuellen Eurocodes EN der in den Eurocode-Vornormen ENV enthaltene Hinweis, dass die Eurocode-Normen nicht für Nachweise bestehender Bauwerke anzuwenden sind. Wohl gemerkt sei, dass das neue Zuverlässigkeitskonzept der Eurocodes sachgerecht auf bestehende Bauwerke angewendet, nicht nachteilig sein muss.

Ein Mangel bauaufsichtlicher Vorschriften ist darin zu sehen, dass eine hinreichend eindeutige Definition einer noch „ausreichenden Sicherheit“ als Mindestanforderung im Rahmen des Ordnungsrechtes fehlt. Hier könnten die nunmehr stärker verankerten Grundlagen und Methoden eines auf statistischer Grundlage aufgebauten Sicherheitskonzeptes mit hinnehmbaren, dem jeweiligen Risiko angepassten abgestuften Versagenswahrscheinlichkeiten, vgl. u.a. [DIN 1055-100, 2001], eine Lösung anbieten.

Im Zuge der Aufarbeitung des Einsturzes der Eislaufhalle in Bad Reichenhall und der Überprüfung von vergleichbaren Bauwerken hat die Fachkommission Bautechnik als Organ der Bauaufsicht der Länder gegenüber der früheren Betrachtungsweise eine geänderte Vorgehensweise artikuliert, die den Bestandsschutz, der zuvor nur für private bauliche Anlagen aus dem Eigentumsrecht hergeleitet wurde, auch auf öffentliche Bauwerke ausdehnte, [FK Bautechnik, 2008]. Bauliche Anlagen, auch wenn sie nicht mehr dem inzwischen geänderten Recht entsprechen, haben dennoch Bestandsschutz, wenn Leben und Gesundheit durch erhebliche Gefahren, die durch die Bauaufsichtsbehörde anzugeben wäre, nicht bedroht sind. Bei Änderungen und Umbauten gelten Abgrenzungen. Hiernach ließe sich durchaus die Anwendung der zur damaligen Bauzeit gültigen Normen rechtfertigen, sofern erhebliche Gefahren nicht erkennbar sind.

3 Technische Vorgehensweise

Aus der baurechtlichen Würdigung der Verantwortung für „Sicherheit und Ordnung“ folgt noch keine quantitative Vorgabe für ein bestimmtes Sicherheitsmaß, weder für neue Bauwerke noch für bestehende Bauwerke. Mit Blick auf frühere Grundsatzpapiere, z.B. [GRUSIBAU, 1981], sowie die aktuelle Normung, z.B. [DIN 1055-100, 2001], läßt sich als Ziel eine operative Versagenswahrscheinlichkeit von $p_f = 10^{-6}$ /a vermuten, was soviel bedeutet, dass ein Bauwerk - oder gar nur ein Bauteil ? – mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 : 1.000.000 pro Jahr versagen darf, ein theoretisch sehr unwahrscheinlicher Wert. Bezogen auf eine mittlere Nutzungsdauer eines Bauwerks bedeutet dies ein Zuverlässigkeit von etwa 0,1 ‰; auf die Einflüsse unterschiedlicher Nutzungsdauern verschiedener Bauwerksarten soll hier der Einfachheit halber nicht eingegangen werden. Diese operative Versagenswahrscheinlichkeit differiert jedoch zum einen von den tatsächlichen Versagenswahrscheinlichkeiten, vgl. u.a [WEYER, U.; 2004; SCHNEIDER, J.; 1993], und wurde zum anderen bisher für kein Bauwerk durch einen sämtliche Einwirkungen umfassenden vollprobabilistischen Nachweis erbracht. Dennoch ist ein theoretischer Zielwert, dessen Auswirkungen vor allem bei neuen Bauvorhaben umsetzbar erscheint sinnvoll. Für bestehende Bauwerke bedarf es einer wirklichkeitsnahen Anpassung, siehe weiter unten.

Die ebenfalls aus diesem theoretischen Ziel der Sicherheit theoretisch einwandfrei oder empirisch abgeleiteten Faktoren, z.B. (Teil-)Sicherheitsbeiwerte, oder Regelungen, z.B. Rissbreiten, die in den Normen zwecks vereinfachter Handhabung durchaus ihren Sinn haben, stellen dabei nur eine Verallgemeinerung der „Sicherheit“ dar. Sich hieran – vor allem für bestehende Bauwerke – zwanghaft halten zu müssen, muss relativiert werden. Insgesamt lassen Normen eine Abweichung von ihren Regelungen zu, sofern ein der Norm gleichwertiges Zuverlässigkeitsniveau erreicht wird. Dies bedeutet das Erkennen und Herausarbeiten des eigentlichen Sicherheitsziels !

Für die Bewertung bestehender Bauwerke sind demnach in hierarchischer Reihenfolge zu diskutieren:

- Zielwert der Gesamtsicherheit, vgl. 3.3
- Sicherheit bezogen auf Nachweisverfahren, vgl. 3.2
- Sicherheit bezogen auf Einwirkungen und Widerstände, vgl. 3.1,

wobei die Themen in umgekehrter Reihenfolge behandelt werden.

3.1 Überprüfungen am Bauwerk

Für die Bewertung eines bestehenden Bauwerkes sind Informationen bezüglich der Einwirkungen und der Widerstände durch Zustandsaufnahmen und Messungen bzw. Analysen zu aktualisieren.

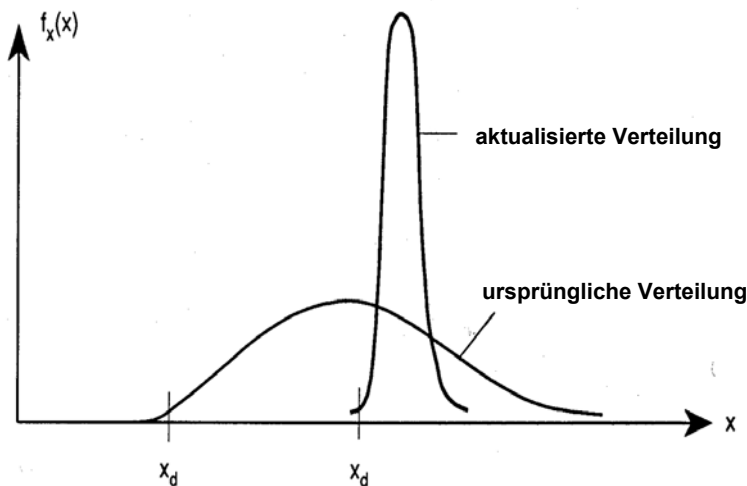


Bild 2: Prinzip der Aktualisierung der Verteilungen von Eigenschaften, vgl. VROUWENVELDER, A.; 1993

Genügen diese grundsätzlich der Formel, vgl. z.B. [DIN 1055-10, 2001].:

$$\gamma_{F \text{ bzw. } M} = \gamma_{\text{sys}} * \gamma_{f \text{ bzw. } m}$$

mit :

$\gamma_{F \text{ bzw. } M}$	Gesamt-Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung bzw. des Widerstandes
γ_{sys}	Modellunsicherheit
$\gamma_{f \text{ bzw. } m}$	Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung bzw. des Widerstandes,

so führen Analysen der Einwirkungen (z.B. Lasten) bzw. der Widerstände (z.B. Baustoffe) jeweils zu einer Aktualisierung des Teilsicherheitsbeiwertes für Einwirkungen γ_F bzw. auch entsprechend

für Widerstände γ_M . Aus der Literatur, vgl. z.B. [DAfStb 467, 1996], [DS805, 1991], sind für die dort einschlägigen Anwendungsbereiche Teilsicherheitsbeiwerte für bestehende Bauwerke bekannt, die sich von denen für einen Neubau unterscheiden.

Tabelle 1: Teilsicherheitsbeiwerte für neue, vgl. DIN 1055-100, 2001 sowie DIN 1045-1, 2008, und für zu verstärkende Bauwerke, vgl. DAfStb 467, 1996

		nach DIN 1045-1	nach DAfStb 467
Ständige Einwirkungen	γ_F	1,35	1,15
Beton	γ_M	1,5	1,4
Betonstahl	γ_M	1,15	1,1

Die für das Tragverhalten des Bauwerks maßgeblichen statischen Randbedingungen wie z.B. Lagerungsbedingungen, Einspannungen, Fugen sind - insbesondere auch auf den Feststellungen aus der Zustandsaufnahme aufbauend - zu überprüfen und danach das statische System anzupassen, vgl. 3.2. Ebenfalls lässt sich in Verbindung mit einer statischen Nachweisführung γ_{sys} über das aus Beobachtungen und Messungen verifizierte statische Modell anpassen, ggf. bis zu $\gamma_{sys} = 1,0$.

3.2 Statische Nachweisführung

Mit den bewerteten Einwirkungen, Materialkennwerten und Ergebnissen von Bauwerksmessungen ist eine realistische Beurteilung des Bauwerks durchzuführen. Eine realistische Beurteilung des Bauwerks setzt über die bewerteten Randbedingungen in der Regel ein an der Natur geeichtetes statisches Modell voraus, wobei die Einwirkungen auf Messungen bzw. Beobachtungen, die Materialkennwerte auf Versuchen beruhen und die gemessene Bauwerksverformungen in der statischen Berechnung plausibel nachvollzogen werden können. Für Wasserbauwerke ist insbesondere die Bauwerk-Boden-Interaktion beim Setzungsverhalten und bei der Mobilisierung des Erddruckes zu berücksichtigen.

Angesichts der früher zur Verfügung stehenden Rechenverfahren und –methoden waren statische Systeme vielfach einfacher und damit gröber. Auch die früher gängigen Berechnungsverfahren (z.B. elastische Verfahren) und Bemessungsmethoden (z.B. zulässige Spannungen) erlauben mit heute weitergehenden Verfahren und Methoden, Reserven offen zu legen und Sicherheiten zu erkennen.

In einigen Fällen der Nachrechnung von Bauwerken bleiben bei der Nachweisführung mit üblichen linear-elastischen Verfahren Sicherheitsdefizite, die sich nur mit nicht-linearen Überlegungen beherrschen lassen, die eine realitätsnahe Systemtraglast ermitteln und Reserven offen legen. Am Beispiel von Wasserbauwerken, die in Interaktion zum Baugrund stehen, sind dies

aufwändige Untersuchungen, die in der Ingenieurpraxis wegen des Aufwandes nicht etabliert sind. Erlaubt die einschlägige [DIN 1045-1, 2008] zwar nicht-lineare Verfahren, so fehlen hierin eindeutige und widerspruchsfreie, auch in der Praxis erprobte Regeln. Begründete und fachlich belegte Abweichungen bzw. Auslegungen erscheinen notwendig, vgl. [FLEISCHER, H.; LUTZ, M.; EHMANN, R; 2009]. Ebenfalls Formeln in [DIN 1045-1, 2008] zur Querkraftbemessung sind für stabförmige Bauteile empirisch abgeleitet und treffen nicht die Verhältnisse von z.B. im konstruktiven Wasserbau anzutreffenden scheibenförmigen Bauteilen. Auch hier trifft der Vermutungsgedanke der Norm als anerkannte Regel der Technik per se nicht zu, so dass plausibel begründete Abweichungen notwendig werden dürften, nicht nur für bestehende Bauwerke.

Die Tragsicherheit bestehender Bauwerke sollte unter Beachtung des Verformungsvermögens und der Versagensart beurteilt werden. Auch die Anwendung der Beobachtungsmethode bei einem möglichen Versagen durch Vor-Ankündigung ist in Betracht zu ziehen. In diesem Zusammenhang ist auch eine regelmäßige Inspektion von Bauwerken einzuordnen, vgl. z.B. [BMVBS, 2009], die auch zu einer Bewertung der Sicherheit beitragen kann, vgl. z.B. [SCHNETGÖKE, R; KLINZMANN, C; HOSSER, D.; 2006]

3.3 Beurteilung der Sicherheit

Wird der Nachweis der Sicherheit nach dem stufenweisen Vorgehen nicht oder nicht ausreichend zuverlässig erbracht, so könnte dann eine ausreichende Sicherheit vermutet werden, wenn ein über längere Zeiträume genutztes Bauwerk bei eingehender und fachkundig durchgeführter Zustandsaufnahme keine verdächtigen Mängel und Schäden (Verschiebungen, Verformungen, Schwächungen, Risse, Korrosion, etc.) erkennen lässt und wenn sich für die Restnutzungsdauer weder Einwirkungen noch Nutzungen verändern. Diese Beurteilung ist ausreichend zu dokumentieren und ggf. zu ergänzen durch ingenieurmäßige Überlegungen sowie durch Erfahrungen mit vergleichbaren Bauwerken. Die Möglichkeit plötzlichen Versagens, also ohne Vor-Ankündigung, ist zu bewerten.

Bei der Beurteilung zur Sicherheit darf von den in den Normen festgelegten Anforderungen abgewichen werden, sofern auf dem Stand von Wissenschaft und Technik, z.B. durch neuere theoretische Überlegungen, durch Messungen oder Versuche:

- eine dem Regelungsstatbestand gleichwertige Sicherheit bzw. Zuverlässigkeit nachgewiesen wird, aber auch
- ein Versagen des Bauwerks auf einem allgemein akzeptierten Risikoniveau ausgeschlossen werden kann.

Es bleibt die Frage, ob das Risikoniveau eines bestehenden Bauwerks mit einer Restnutzungsdauer T_{NR} das gleiche sein muss wie das für ein neu herzustellendes Bauwerk mit einer geplanten Nutzungsdauer T_N , das über Normen im Sinne allgemein anerkannter Regeln der Technik dimensioniert wird. Die Anforderungen an bestehende Bauwerke können nach [VROUWENVELDER, A.; 1993] am ehesten auf der Grundlage eines auf Wahrscheinlichkeiten beruhenden Regelwerks diskutiert werden. Der Einfluss der Restnutzungsdauer wurde beispielsweise bei der Ermittlung der probabilistischen Schiffsstoßlast für den Nachweis bestehender Brücken gemäß [BAW, 2010] über die einem Neubau gleichwertige stochastische Zuverlässigkeit genutzt.

Eine weitergehende Bewertung, die eine stärkere Anpassung des Sicherheitsniveaus für bestehende Bauwerke erlauben würde, sind:

- z.B. Vergleiche mit praktisch akzeptierten Risiken,
- z.B. Vergleiche über Häufigkeits-/Ausmaß-Diagramme und
- z.B. Anpassung des Sicherheitsniveaus über die Wirtschaftlichkeit etwaiger Sicherungsmaßnahmen (z.B. ALARP = as low as reasonable practicable; z.B. Rettungseffizienz von Sicherheitsmaßnahmen, etc),

vgl. [SCHNEIDER, J.; 1993] und Bild 3.

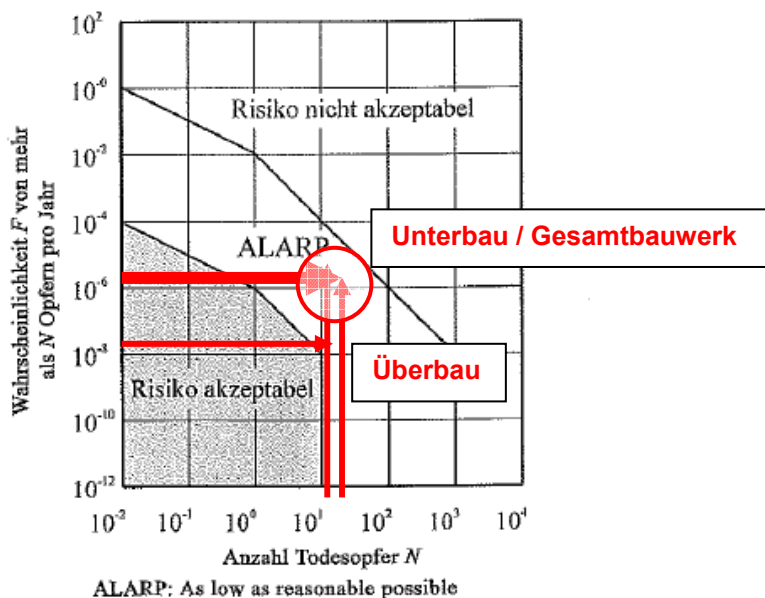


Bild 3: F-N-(Groningen-)Diagramm (Häufigkeits-Ausmaß-Diagramm kombiniert mit ALARP, in Anlehnung an [BAW, 2009])

Ist aus der vertieften Beurteilung zu erkennen, dass - unter Berücksichtigung des Tragwerk-Verhaltens - das akzeptierte Risikoniveau für die Sicherheit von Menschen und Umwelt überschritten wird oder dass sehr große wirtschaftliche Schäden zu erwarten sind, so sind umgehend Sicherungs- bzw. Verstärkungsmaßnahmen vorzusehen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Aus vielfachen Notwendigkeiten heraus, die Sicherheit bestehender Wasserbauwerke zu überprüfen, wurden baurechtliche Aspekte hinsichtlich der Anwendung von Normen betrachtet.

Die Anwendung aktueller, eigentlich auf den Neubau ausgerichteter Normen, den so genannten aktuellen „anerkannten Regeln der Technik“, führt häufig zu rechnerischen Sicherheitsdefiziten, obwohl das bestehende Bauwerk keine Auffälligkeiten zeigt.

Qualitativ und quantitativ ausreichende Normen für bestehende Wasserbauwerke gibt es derzeit nicht. Je nach Sachverhalt, d.h. lediglich die Überprüfung einer bestehenden Anlage oder gar Änderung und Ertüchtigung der Anlage, ist eine Nachweisführung vorstellbar mit der Anwendung früherer Normen, sofern hieraus nicht „erhebliche Gefahren“ verkannt werden, über die Anpassung der neuen Normen-Generation für bestehende Bauwerke bis hin zur Anwendung der neuen Normen-Generation wie bei Neubauten, wenn mit einer Ertüchtigung eine „neue“ Nutzungsdauer wie bei Neubauten angestrebt wird.

Es wird heraus gearbeitet, dass die Notwendigkeit zur begründeten Aktualisierung und Anpassung von Bauwerksinformationen, Nachweisen und Zuverlässigkeiten besteht. Für Wasserbauwerke wird an einer Regelung für den Umgang mit bestehenden Bauwerken gearbeitet.

5 Literatur

- | | |
|--------------------|--|
| BAW, 2009 | Bundesanstalt für Wasserbau, Gutachten „Risikoanalyse für einen Schiffsanprall an die EBr. Ziegelgrabenbrücke, Stralsund. BAW-Nr. A39510010089 – Oktober 2009. (unveröffentlicht) |
| BAW, 2010 | BAW-Merkblatt „Nachweis bestehender Brücken auf Schiffsanprall (MNaBS) – März 2010“. Bundesanstalt für Wasserbau, 2010. |
| BK, 2009: | Betonkalender 2009, Tragwerksplanung im Bestand. Mehrere Autoren. |
| BMVBS, 2009 | VV-WSV 2101, Verwaltungsvorschrift Bauwerksinspektion, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009. |
| BMV, 1993 | Bundesministerium für Verkehr: Erlass „Rechtsfragen der Verantwortung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes für die Sicherheit und Ordnung bei baulichen Anlagen“. BW 16/52.01.01-8/6 VA 93 vom 09. Februar 1993; unveröffentlicht |
| BUDDE, E., 1975 | Grundsätze für die Anwendung von DIN-Normen. DIN-Mitteilungen Band 54 (1975), Heft 1 |
| DAfStb 467, 1996 | Verstärken von Betonbauteilen - Sachstandsbericht -. Heft 467, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin 1996 |
| DIN 820-1, 2009 | Normungsarbeit – Grundsätze, 2009-05 |
| DIN 1045-1, 2008 | Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion. 2008-08 |
| DIN 1055-100, 2001 | Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, 2001-03 |

-
- DIN 19702, 2010 Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit, 2010-06.
- DS 805, 1997 Bestehende Eisenbahnbrücken, Bewertung der Tragsicherheit und konstruktive Hinweise. DS 805. Deutsche Bundesbahn, Mai 1997
- FINGERLOOS, F.; SCHNELL, J.; 2008: Standsicherheit und Brandschutz von Bestandsbauwerken – besondere Herausforderungen für die Planung. In: Beton- und Stahlbetonbau 103 (2008) Heft 11.
- FK Bautechnik, 2008 Hinweise und Beispiele zum Vorgehen beim Nachweis der Standsicherheit beim Bauen im Bestand, Stand 07.04.2008. In: DIBt-Mitteilungen 03/2008.
- FLEISCHER, H.; LUTZ, M.; EHMANN, R., 2009: Aufstellung und Anwendung einer Nachweiskonzeption zur realitätsnahen Ermittlung der Systemtraglast an Stahlbetonschleusen. In: Beton- und Stahlbetonbau 104 (2009), Heft 3.
- GRUSIBAU, 1981 Grundlagen für die Sicherheitsanforderungen von baulichen Anlagen. DIN / Beuth-Verlag, Berlin 1981
- LBO-Ba-Wü, 2004 Landesbauordnung für Baden-Württemberg, Fassung vom 08.08.1995, zuletzt geändert 14.12.2004
- MBO, 2002 Musterbauordnung, Fassung November 2002
- NAUMANN, J., 2009: Brücken und Schwerverkehr – eine Betsandsaufnahme. In: Bauingenieur (85), Januar 2010.
- SCHNEIDER, J.; 1993: Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen. Teubner-Verlag, Stuttgart, 1993
- SCHNETGÖKE, R.; KLINZMANN, C; HOSSER, D.; 2006: Zuverlässigkeitsorientierte Bewertung von Bauwerken auf Grundlage der Bauwerksüberwachung. In: Beton- und Stahlbetonbau 101 (2006), Heft 8.
- VROUWENVELDER, A.; 1993: Codes of Practice for the Assessment of Existing Structures. In: IABSE Colloquium „Remaining Structural Capacity“, Copenhagen 1993, IABSE report no. 467
- WaStraG Bundeswasserstraßengesetz
- WEYER, U.; 2004 Anspruch und Wirklichkeit semiprobabilistischer Bemessungskonzepte. In: Stahlbau 73 (2004), Heft 9.